

**II ENCUENTRO DE
COMUNICACIÓN,
INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y
EXTENSIÓN**

Y

**I FORO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

GAIA

**(GRUPO DE ACTIVIDADES INTERDISCIPLINARIAS
AMBIENTALES) - UTN – FRLR**



Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional La Rioja. Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales

II Encuentro de Comunicación, Investigación, Docencia y Extensión y I Foro de Ingeniería Ambiental UTN FRLR / compilado por Vicente Calbo; coordinación general de María Cecilia Baldo - 1a ed compendiada. - La Rioja: Suyay, 2021.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-48010-0-5

1. Actas de Congresos. 2. Ingeniería. I. Calbo, Vicente, comp. II. Baldo, María Cecilia, coord. III. Título.
CDD 620.8

ISBN 978-987-48010-0-5



9 789874 801005

TRABAJOS II ECIDE y I FIA

**II ENCUENTRO DE
COMUNICACIÓN,
INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y
EXTENSIÓN**

Y

**I FORO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

GAIA

**(GRUPO DE ACTIVIDADES INTERDISCIPLINARIAS
AMBIENTALES) – UTN - FRLR**

PRÓLOGO

La Facultad Regional La Rioja, entre sus políticas y acciones, prioriza la participación de sus investigadores en eventos de comunicación de resultados de los proyectos de investigación y extensión, sin descartar otras actividades académicas.

Docentes investigadores, extensionistas, doctorandos y maestrandos, tienen la oportunidad y posibilidad de presentar sus ponencias localmente, en un evento de calidad y rigor evaluativo, como primeros pasos o consolidación de experiencia previa para la participación en eventos más amplios, sean nacionales o internacionales. La convocatoria es amplia y se suman las comunidades académicas de otras universidades radicadas en la provincia de La Rioja.

Quienes llevamos años en la carrera de docente investigador, sabemos por experiencia que los comienzos son difíciles, por ello, en 2017 dimos origen al Primer Encuentro de Comunicación, Investigación, Docencia y Extensión, como evento a repetir cada dos años. Transcurrido este tiempo, y con las carreras de posgrado “Especialización en Ingeniería Ambiental” y “Maestría en Ingeniería Ambiental”, se sumó un espacio especial para los cursantes de las mismas, el Primer Foro de Ingeniería Ambiental.

Esperamos estar logrando los objetivos originalmente planteados.

Dr. Vicente Calbo
Secretario de Ciencia y Tecnología
UTN Facultad Regional La Rioja

EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES PROVENIENTES DE LAS FUENTES MÓVILES EN LA RIOJA CAPITAL

Munuce, Cecilia⁽¹⁾ – Alaniz, Ignacio⁽¹⁾ – Mercado, Manuel⁽¹⁾ – Julián, Silvia⁽¹⁾ – Baldo, Cecilia⁽¹⁾ -
Urquiza, Josefina⁽²⁾ - Sebastián Diez^(3,4)

⁽¹⁾GAIA (Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales)– Facultad Regional
La Rioja- UTN
acm287@hotmail.com

⁽²⁾Universidad Blas Pascal
urquiza.josefina@hotmail.com

⁽³⁾ Instituto Gulich

Comisión Nacional de Actividades Espaciales-Universidad Nacional de Córdoba
Falda de Cañete, (5187) Córdoba
sdiez@iq.edu.ar

⁽⁴⁾ Facultad Regional Córdoba
Universidad Tecnológica Nacional
sdiez@frc.utn.edu.ar

Resumen

La calidad del aire en un determinado lugar depende de la meteorología, de la topografía y de las emisiones. Sin embargo, la rápida urbanización ha resultado en el incremento de las emisiones atmosféricas, provenientes del transporte (público y privado), la producción de energía y actividades industriales concentradas en áreas densamente pobladas.

Diversos estudios afirman que las fuentes móviles son los principales responsables del empeoramiento de la calidad del aire, principalmente, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Este deterioro se manifiesta fundamentalmente como un incremento en las enfermedades respiratorias y estrés, pero también la pérdida del valor artístico y cultural del área afectada.

El objetivo del presente trabajo es estimar las emisiones del parque vehicular de La Rioja Capital, empleando el modelo IVE (International Vehicle Emissions). El modelo requiere como datos de entrada los patrones de conducción, es decir, el estilo de conducción local, las características tecnológicas de la flota circulante (año, tamaño motor, mantenimiento, control de emisiones, etc.) y conteo vehicular.

Este trabajo permitirá, por una parte, comenzar la construcción de un inventario global de emisiones con la finalidad de generar lineamientos necesarios para afrontar el problema y lograr de esta forma una disminución eficaz de los contaminantes; y por la otra, desagregar las emisiones de acuerdo al tipo de flota (autos particulares, motos, camiones, buses, etc.).

Palabras Claves: calidad de aire, contaminación atmosférica; modelado de emisiones.

Introducción

En la actualidad la problemática de la contaminación del aire es de primordial interés, a nivel local, regional y global, no solo desde el punto de vista de la salud humana sino también desde los impactos medioambientales. El crecimiento de la población mundial y la tendencia de las sociedades modernas a concentrarse en las

ciudades han propiciado más de la mitad de las emisiones de contaminantes atmosféricos. Según Naciones Unidas en 2014 la población urbana a nivel mundial llegó a representar el 54% de la población total, y se estima que en 2050 este porcentaje alcanzaría el 66%. Esta rápida urbanización ha resultado en el incremento de las emisiones atmosféricas, provenientes principalmente del transporte, la producción de energía y actividades industriales en áreas densamente pobladas (D'Angiola et al., 2010), representando así un riesgo global para la salud pública y la calidad del aire, además de constituir un factor determinante para los cambios climáticos. Diversos estudios (Abrutzky, 2014, Puliafito, 2005) afirman que existe un incremento en las enfermedades respiratorias y estrés debido a esta problemática como también se ha demostrado que existe correlación entre la concentración de los contaminantes del aire y la mortalidad.

El transporte se ha convertido en el principal responsable del aumento de las emisiones de GEI's como así también del empeoramiento de la calidad del aire en las ciudades de la región (Mazzeo et al., 2010; Puliafito, 2005; Schifter et al., 2005; Ghose et al., 2004). En Buenos Aires, el aporte de las emisiones vehiculares representa cerca del 60% del total (Mazzeo et al., 2010). En Mendoza, el 70% de las emisiones provienen de fuentes móviles, pudiendo alcanzar en la zona del microcentro el 90% (Puliafito 2005 y 2006). En la Provincia de La Rioja, hasta el momento, no se han desarrollado estudios de este tipo, por lo que se desconocen los aportes del sector de transporte.

Actualmente existen herramientas sencillas y de bajo costo para países en vías de desarrollo (Onursal y Gautam, 1997; Tashiro y Taniyama, 2002), un ejemplo de esto es el Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE, por sus siglas en inglés), realizado por "United States Environmental Protection Agency" (US EPA) para ser utilizado por países en desarrollo, permitiendo estimar las emisiones de GEI's y contaminantes criterios del transporte considerando tanto las emisiones en ruta como por partida. Este modelo se ha utilizado en distintos países latinoamericanos y en nuestro país se ha desarrollado en Buenos Aires, (Henríquez, 2007; D'Angiola et al., 2010); Villa Carlos Paz (Bianco et al.) y Córdoba. Particularmente, este modelo permite estimar, ya que no es una medición directa, tres tipos de emisiones provenientes de los vehículos motorizados: (i) combustión cuando el motor se encuentra en condiciones de operación estables (emisiones en caliente); (ii) aquellas generadas cuando el motor se encuentra frío (emisiones por partidas en frío) y, (iii) por último, las emisiones evaporativas, relacionadas con la evaporación del combustible en el tanque de almacenamiento y los sistemas de transporte hacia el motor (COMANA, 2009).

Por lo que este trabajo tiene como objetivo comenzar la construcción de un inventario global de emisiones con la finalidad de generar lineamientos necesarios para afrontar el problema y lograr de esta forma una disminución eficaz de los contaminantes utilizando el modelo IVE en la ciudad de La Rioja. Los contaminantes considerados fueron aquellos potencialmente dañinos a la salud: Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NOx), Ozono troposférico (O3), Óxidos de Azufre (SOx) y Material Particulado (PM) y GEI's: Dióxido de Carbono (CO2), Óxido Nitroso (N2O) y Metano (CH4).

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo utilizando el modelo IVE el cual es una herramienta computacional creada por la US- EPA para estimar los contaminantes atmosféricos locales, gases responsables del efecto invernadero y tóxicos, emitidos por los vehículos motorizados. Concretamente, el proceso de modelado de las emisiones con IVE se basa en modificar los factores de emisión base mediante distintos factores de corrección para cada tipo de tecnología. La siguiente ecuación muestra este proceso de forma resumida:

$$Q(t) = B(t).K1(t).K2(t) \dots Kx(t) \quad 1$$

Donde “B” es el factor de emisión “Base”, los “Ki” son los factores de corrección y “Q” es la emisión por tipo de vehículo (ISSRC, 2008).

Este modelo requiere de la recolección de información detallada en campo, con el fin de generar 3 tipos de datos de entrada:

- Composición de la flota vehicular para conocer el flujo vehicular y las características de la flota.
- Actividad Vehicular, en la que se describen patrones de conducción específicos del área de estudio.
- Factores de emisión para los vehículos que son calculados a partir de las Tasas Básicas de Emisión (TBE) provistas por la Base de Datos del modelo, con ajustes dependiendo de parámetros como velocidad, temperatura y condiciones ambientales (Dávila, Rojas, & Rojas, 2013).

Para realizar la estimación del inventario fue necesario recolectar información de campo para caracterizar la flota vehicular y la dinámica del tráfico en la ciudad, lo cual se llevó a cabo en cinco etapas:

Etapa 1 zonificación del territorio: el objetivo principal de obtener datos representativos en cuanto a la actividad, distribución y caracterización del parque automotor y patrones de conducción por categorías vehiculares.

Etapa 2 Caracterización de los patrones de conducción: Esta recolección consta de la captura de información en tiempo real de datos de velocidad y posición geográfica (latitud, longitud y altitud) de los vehículos empleados en el muestreo mediante un GPS de alta resolución (denominado VAM, Vehicle Activity Monitor por sus siglas en inglés), que se adiciona al vehículo.

Estas variables son los aspectos más influyentes en la generación de emisiones, ya que algunas variaciones pueden incrementar las emisiones de CO hasta 200 veces (IVE Model, 2008).

Etapa 3 Caracterización del flujo vehicular: Esta información permitió caracterizar con mayor exactitud la flota circulante, y además aportó información acerca de la cantidad y los tipos de vehículos que circulan en cada zona. Los conteos de los vehículos fueron clasificados en las cinco categorías para los estudios posteriores.

Etapa 4 relevamiento de información mediante encuestas: sin embargo, debido a que las filmaciones no brindan toda la información necesaria para caracterizar la flota vehicular local de acuerdo a su tecnología, se llevó a cabo una tercera etapa a través de la realización de dos tipos de encuestas, con diferentes fines y metodologías:

- Encuestas para estimar los ciclos de encendido y apagado del motor.

- Encuestas para la caracterización de la tecnología vehicular.

Etapas 5 procesamiento de la información: Una vez finalizada la recolección de la información en el campo, se llevó a cabo el procesamiento de la información recolectada. Previo a correr el modelo fue necesario recolectar información sobre la meteorología de la ciudad de La Rioja (temperatura y humedad).

Resultados y Discusión

A partir de la caracterización de la flota, mediante las cinco etapas, se pudo estimar el inventario de emisiones para el año base 2017. En este estudio se presentarán los resultados parciales correspondientes a la flota de autos particulares de la ciudad de La Rioja. La composición de los gases y contaminantes emitidos por cada flota varía según distintas características tales como combustible utilizado, la tecnología, antigüedad de los vehículos, y además según el uso que se le dé a cada vehículo.

En cuanto al flujo vehicular se logró establecer la dinámica de la movilidad urbana por hora, evidenciando las horas pico y las horas valle. Estos horarios coinciden con los horarios de ingreso y salida de lugares de trabajo y escuelas de la zona. (ver Fig. 1)

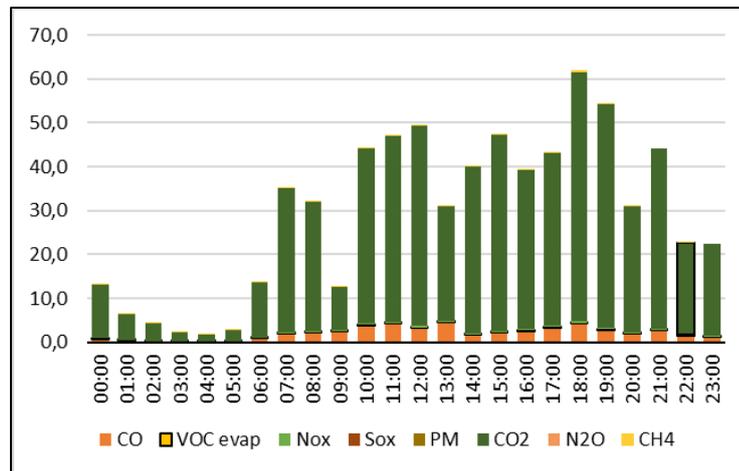


Figura 1 Flujo vehicular por hora - contaminante

También se pudo conocer la dinámica de uso los vehículos. Según se pudo estimar esto es variable, sin embargo, se observa que en la mayoría de los casos se emplea el automóvil para viajes medianos - largos en donde se utiliza el vehículo en el periodo de 1 – 2 hs. (ver figura 2)

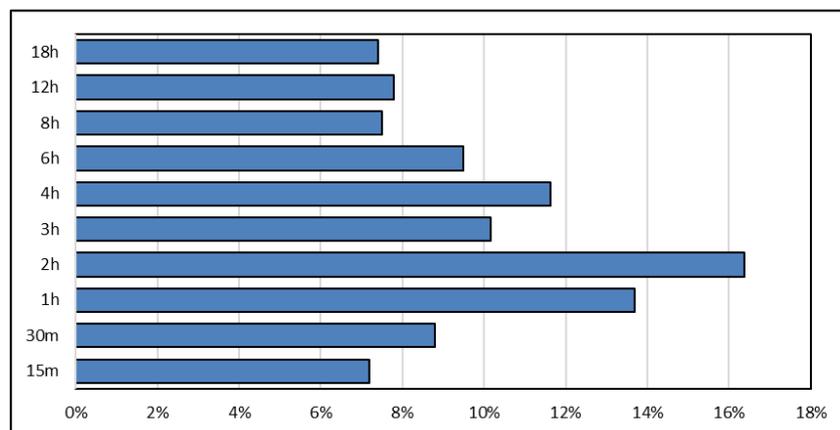


Figura 2 Dinámica de uso de los vehículos particulares

En cuanto a los resultados obtenidos mediante el modelo IVE, (ver figura 3) se pudo estimar que el contaminante emitido en mayor cantidad durante el año fue el CO₂, componiendo el 91% de la emisión (232652 Tn CO₂ año), seguido del CO con participación en la emisión de 7% (17757,7 Tn CO año). Finalmente, las emisiones de NOx, CH₄, VOC y MP representan, cada uno, menos del 1% de participación en las emisiones anuales de las fuentes móviles de la ciudad.

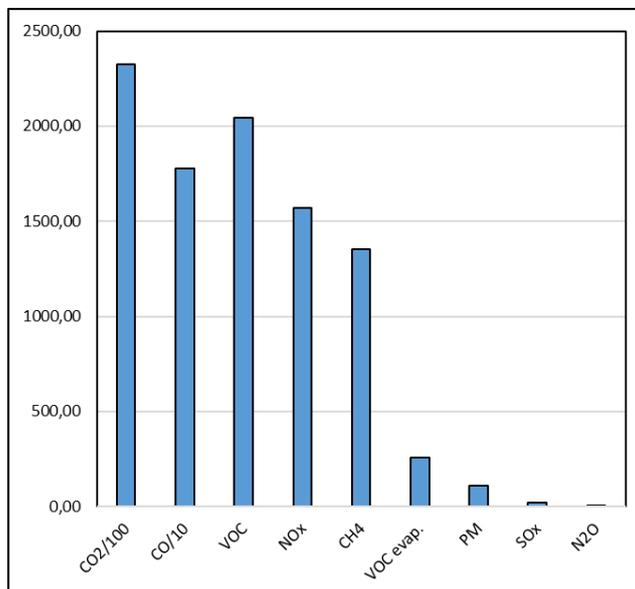


Figura 3 Emisiones generadas por los vehículos particulares Tn/año

Para conocer la incidencia de los GEI's modelados (CO₂, CH₄, N₂O), se multiplicó la cantidad anual emitida de cada GEI por su Potencial de Calentamiento Global (GWP, por sus siglas en inglés) obteniendo como resultado Dióxido de Carbono Equivalente (CO_{2e}). Esto dio como resultado lo cual es de $2,72 \times 10^5$ Tn/año CO_{2e} siendo la emisión per cápita aproximadamente de 1,50 CO_{2e} Tn/año. (Tabla 1).

Es necesario destacar que se estima que los vehículos privados son los que más aportan a esta problemática del cambio climático considerando que hay aproximadamente 1 auto particular cada 2,9 habitantes

Tabla 1 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

| GEI'S | | |
|---------------------------------|------------------|-----------------|
| CO ₂ | N ₂ O | CH ₄ |
| 232652,0 | 1136 | 37949.9 |
| TOTAL, CO _{2eq} Tn/Año | | 271737.9 |

Por último, se consideraron estudios realizados con la misma metodología (Modelo IVE) para hacer una comparación con otras ciudades de Argentina, Córdoba y la ciudad de Villa Carlos Paz.

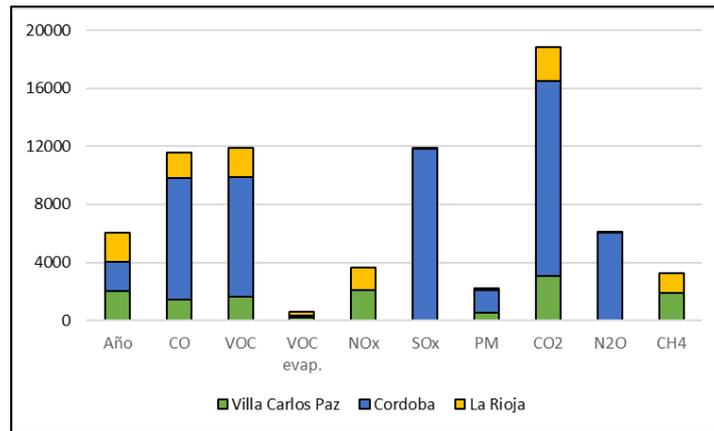


Figura 4 Comparativa ciudades argentinas

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos se concluye:

- La dinámica del flujo, es muy variada, por lo que se podría considerar una ciudad con alta variabilidad en cuanto a los horarios de circulación.
- En cuanto a la dinámica de uso los vehículos son variable, pero se destacan los viajes largos de 1 – 2 hs.
- Se concluye que, a partir de los resultados arrojados por el modelo y debido a que es el principal vehículo de la flota, el automóvil particular es el principal responsable de las emisiones de CO₂, SO_x, NO_x, VOC y CO en la ciudad.
- Se espera complementar estos resultados con las emisiones generadas por el resto de la flota vehicular.

Bibliografía

- Auria R., Frere G., Morales M., Acuña M. E. and Revah S. (2000). Influence of mixing and water addition on the removal rate of toluene vapors in a biofilter, *Biotechnology and Bioengineering*, 68 (4), pp. 448-455.
- D'Angiola A., Dawidowski L., Gómez D., Osses M. 2010. On-road traffic emissions in a megacity. *Atmospheric Environment*, Vol. 44, pp. 483-493.
- Davis, N., Lents, J., Osses, M., Nikkila, N, Barth, M., 2005. Development and application of an International vehicle emissions model. Transportation research Board. In: 81st Annual Meeting, January 2005, Washington, DC.
- IPCC, Cambio Climático y Biodiversidad. Obtenido de Documento Técnico V del IPCC, (2015).
- Londoño J. 2011. Estimación de las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes móviles en el área urbana de Envigado, Colombia.
- Mazzeo N.A., Pineda Rojas A.L. y Venegas L.E. 2010. Carbon monoxide emitted from the city of Buenos Aires and transported to neighbouring districts. *International Journal of Latin American Applied Research*, Vol.40, pp. 267-273.
- Organización de las naciones unidas (2007). Estado de la población mundial 2007. UNFPA (<https://www.unfpa.org/sites/default/files/pubpdf/swp2007spa.pdf>)
- Osses M., Dursbeck F., 2002. Modelo de emisión de contaminantes atmosféricos producidos por transporte urbano: el caso de Santiago de Chile. In: Proceedings del

XI Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano. La Habana, Cuba, Septiembre 2001.

- Puliafito E. Emisiones de contaminantes y gases de efectos invernadero, derivados del transporte, Reunión sobre transporte, UTN, Los Reyunos, Mendoza, 8-10 mayo, 2006.
- Puliafito E., Gantuz M., Puliafito J.L. 2010. Characterizing mobile emissions by on-board measurements. *International Journal for Applied Environmental Studies* Vol. 5, pp. 297–316.
- UNHabitat. Time to think urban. 24th session governing council; 2013 April, Nairobi.